

ФОРМИРОВАНИЕ РАСПИСАНИЯ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО НАЧАЛЬНОЙ ВОЕННОЙ ПОДГОТОВКЕ

Статья посвящена построению математической модели расписания учебных занятий по начальной военной подготовке. Для составления расписания используется информация о свободных часах совместителей и потребностях в специализированных аудиториях, которая позволяет осуществлять выбор учебного дня для НВП таким образом, чтобы преподаватели совместители и аудиторный фонд использовались наилучшим образом.

Управление учебным процессом - основная задача руководства вуза. Составление расписания является самым низким (оперативным) уровнем управления. Оно тесно связано с процессом обучения, и по нему можно определить ежедневную фактическую загруженность преподавателей, студентов и аудиторного фонда. Такая информация, будучи надлежащим образом обработанной, сжатой и наглядно представленной, является хорошим показателем текущего состояния учебного процесса.

Процесс составления расписания учебных занятий характеризуется значительной трудоемкостью и, в настоящее время, направлен на удов-

летворение условия непротиворечивости расписания, т. е. на условие того, что преподаватели, группы студентов и аудитории заняты в выбранное время только одним занятием учебного процесса.

Задача составления учебного расписания относится к экстремальным комбинаторным задачам, т.е. к комбинаторным задачам, в которых из всей совокупности решений выделяется такое, которое обладает некоторыми свойствами в минимальной или максимальной степени. Для задач составления учебного расписания такими свойствами является отсутствие окон в расписании занятий студентов и минимизация окон в

расписании занятий преподавателей. Формулировка экстремальных задач требует применения операций перебора и сравнения значений функции. Операция перебора практически оказывается невозможной, так как число возможных комбинаций достаточно велико. Экстремальную комбинаторную задачу можно свести к задаче линейного программирования некоторой целочисленной функции, заданной на конечном множестве. Элементы множества интерпретируются, как точки евклидова пространства, т.о. целевая функция может рассматриваться как линейная форма. Экстремум линейной формы на многограннике достигается в одной из вершин, которые входят в множество рассматриваемых элементов. Особенностью комбинаторных задач при таком рассмотрении является то, что при нахождении решения ограничиваются лишь точками с целочисленными координатами. При таком подходе даже для небольших задач получается огромная система неравенств. Так для общей задачи теории расписания для 3 машин и 10 работ получилось 390 ограничений для 220 неизвестных [1]. Трудность применения этого метода к задаче составления учебного расписания состоит, кроме введения очень большого количества переменных, еще и в том, чтобы организацию выбора аудитории из конечного множества имеющихся представить в виде линейных ограничений.

Трудности составления расписания связаны с ограниченным количеством аудиторного фонда, а также с учетом свободного времени преподавателей почасовиков.

Многие из эвристических, численных или выборочных методов требуют составления большого количества расписания для выбора из них наилучшего. При этом существует несколько основных типов алгоритмов получения компактных расписаний. Под компактным расписанием понимается расписание, не допускающее сдвига влево ни одной из операций. Наиболее важное различие существует между однократными и корректируемыми алгоритмами. Первые характеризуются тем, что выбранный момент начала каждой операции остается неизменным в ходе дальнейшего составления расписания. При этом требуется, чтобы правила выбора операции и назначение ей момента начала выполнения определялись строгой последовательностью в множестве операций. Для корректируемого алгоритма суще-

ственно, что каждый из уже назначенных моментов начала выполнения операций может быть изменен в ходе дальнейшего составления расписания [2]. Особенно важным классом однократных алгоритмов является диспетчеризация. Характерным для этого класса является то, что последовательно назначаемые моменты начала операций для каждой машины образуют строго возрастающую последовательность.

Распределение учебной нагрузки на кафедрах [3], наличие совместителей также оказывает существенное влияние на качество составления расписания учебных занятий. Особенное значение имеет расписание занятий по военной подготовке. Если для этих занятий будет выбран тот день, когда у студентов должны вести занятия преподаватели-совместители, количество свободных часов которых ограничено, то это негативно будет влиять на все расписание. Кроме того, при составлении занятий по военной подготовке следует учитывать также аудиторские занятия по дисциплинам, использующим аудитории специального назначения, такие как дисплейные классы, лингафонные кабинеты, кабинеты физики, химии и т.д.

Формирование учебных групп без учета занятий по НВП приводит к тому, что на факультете на младших курсах один день в неделю практически для всех групп является свободным от занятий по дисциплинам рабочего учебного плана. Специализированные аудитории в этот день используются очень мало или вообще не используются, в то время как в остальные учебные дни нагрузка на них возрастает до такой степени, что даже при занятиях в две смены их бывает недостаточно. Количество групп, которым можно поставить практические или лабораторные занятия в день НВП, при обычном способе формирования групп, относительно невелико.

Для более эффективного использования аудиторного фонда необходимо выбор дня учебных занятий по НВП производить с учетом возможностей преподавателей-совместителей, а также для различных специальностей одного факультета использовать различные учебные дни.

Обозначим $S_i, i = \overline{1, n}$ потоки, для которых проводятся занятия по НВП, при этом $S_{i_k}, i_k = \overline{1, t_k}$ – потоки k -го факультета. Пусть x_i –

количество студентов соответствующего потока, записавшиеся на занятия по НВП. Обозначим через $a_{i,j}$ коэффициент занятости преподавателей-совместителей на i -том потоке в j -тый день учебной недели. При этом $a_{i,j} \in [0,1]$ $i = \overline{1,n}$;

$j = \overline{1,6}$. Если $a_{i,j} = 0$, то совместители для i -той специальности в j -тый день недели не проводят занятия, если же $a_{i,j} = 1$, то совместители могут проводить занятия только в j -день недели и, соответственно, этот день нельзя использовать для

проведения НВП. Обозначим через $\delta_{i,j} = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases}$

булеву переменную, которая принимает значение 1, если j -тый день выбран для проведения НВП на i -том потоке. Определим количество потоков k -го факультета, которые занимаются в j -тый день недели:

$$\mu_{k,j} = \sum_{i_k} \delta_{i_k,j}.$$

Обозначим

$$\gamma_{k,j} = \begin{cases} 0 & , \mu_{k,j} = 0 \\ 1 & , \mu_{k,j} > 0 \end{cases}$$

Величина $\gamma_{k,j}$ определяет, есть ли занятия на k -том факультете в j -тый день. Определим общее количество учебных дней на факультете для проведения занятий по НВП: $\sum_j \gamma_{j,k}$.

Математическая модель формирования оптимального расписания занятий по НВП должна производить выбор таких дней, чтобы наилучшим образом использовать возможности совместителей для проведения аудиторных занятий по другим дисциплинам, что приводит к следующей целевой функции:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^6 a_{i,j} \delta_{i,j} \rightarrow \min.$$

Так как каждый поток занимается только один день, то добавляется ограничение вида:

$$\sum_{j=1}^6 \delta_{i,j} = 1, i = \overline{1,n}.$$

Количество студентов на занятиях ограничено, как сверху, так и снизу, что приводит к ограничениям:

$$M_{\min} \leq \sum_{i=1}^n x_i \delta_{i,j} \leq M_{\max}.$$

Общее количество дней занятий на каждом факультете не должно превышать 2:

$$\sum_{j=1}^6 \gamma_{k,j} \leq 2 \quad \forall k.$$

При этом для некоторых факультетов это ограничение можно заменить на ограничение в виде равенства (для факультетов с большим количеством студентов или использующих специализированные аудитории).

Кроме того, следует также учитывать, что некоторые потоки должны проходить НВП в один день, если у них есть объединенные занятия по каким-либо дисциплинам, которые нельзя провести за 4 рабочих дня. Обозначим через E матрицу объединения потоков, которая содержит n строк (равное количеству потоков) и r столбцов (равное количеству таких объединений). Элементами матрицы являются 0 и 1. Для каждого столбца матрицы E должно выполняться условие:

$$\sum_{i=1}^n e_{i,m} \delta_{i,j} = (\sum_{i=1}^n e_{i,m}) \delta_{t,j}, \quad m = \overline{1,r},$$

где t – номер ненулевой строки m -го столбца матрицы E .

Таким образом, для решения задачи об оптимальном распределении потоков для проведения занятий по НВП получили задачу булева программирования с $6n$ неизвестными, где n – количество потоков.

Для решения задачи построения расписания можно использовать ряд процедур и методов выбора оптимального расписания – процедуры Лемке-Шпильберга, Балаша, динамического программирования, последовательного анализа вариантов, ветвей и границ, поисковой процедуры [4, 5].

Для решения задачи используется рекурсивный алгоритм с возвратом. Выбор дня занятий по НВП производится последовательно по строкам, причем в том случае, когда несколько потоков должны заниматься в один день, то выбранное значение «1» выставляется для всех отмеченных строк. В обычном алгоритме с возвратом при

поиске всех решений производится последовательный перебор элементов строки с анализом возможности выбора данного дня недели. Так как все коэффициенты целевой функции положительны, то можно применить процедуру перебора Лемке–Шпильберга.

Применим критерий предпочтительной переменной. Этот критерий позволяет из нескольких вариантов шагов вперед выбрать наиболее предпочтительный. Если перебор элементов в строке производить в порядке возрастания значений $a_{i,j}$, то вначале будут выбираться те дни недели, в которые менее всего задействованы совместители. Можно также отсортировать строки таблицы, что позволит более эффективно применить алгоритм перебора

Формирование оптимального расписания для проведения занятий по НВП, позволяет более эффективно использовать учебное время преподавателей-совместителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Конвей Р.В. и др. Теория расписаний. М., 1975. 259 с.
2. Гэри М., Джонсон Д. Вычислительные машины и трудно решаемые задачи. М., 1982. 416 с.

3. Фураева И.И., Макатов В.З. Автоматизированная система распределения нагрузки // Труды 2 Межд. конф. «New Trends in the Computer Science Master's Curriculum». Алматы, 2004. С. 242-247.

4. Кофман А., Анри-Лабордер А. Методы и модели исследования операций. Целочисленное программирование. М., 1977. 432 с.

5. Саати Т. Целочисленные методы оптимизации и связанные с ними экстремальные проблемы. М., 1973. 304 с.

Резюме

Алғашқы әскери дайындық бойынша сабақ оқу кестесінің математикалық моделін құруға арналған. Кестені құрастыру үшін арнайы аудиториялар және бос сағаттары бар қызметті қоса атқарушы оқытушылар туралы ақпарат қолданады. Жақсартылған бейнеде қолданатын аудиторлық қорды және қызметті қоса атқарушы оқытушылардың мүмкіндіктерін пайдалана отырып АӨД өткізуі жүзеге асырылады.

Summary

The article is devoted to the construction of mathematical model of academic schedule on the basics of military training. Information about free hours of coworkers and demand in specialized auditoriums are used to make up a schedule, that allows to carry out a choice of academic day for the basics of military training, so co - teachers and auditorium fund are used in the best way.

Поступила 2.08.07г.